

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-067663

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

H01B 12/06

(21)Application number : 10-235639

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 21.08.1998

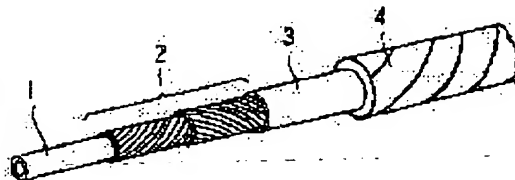
(72)Inventor : SHIBATA TOSHIKAZU

(54) SUPERCONDUCTIVE CONDUCTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To minimize heating loss by flowing most of the electric current to a superconductive layer in the rated operation and to minimize the heating by shunting the current to a metallic layer in the short circuit accident, by mounting the metallic layer for flowing the short circuit current to an outer periphery of a superconductive layer, to ensure a flowing path of the short circuit current.

SOLUTION: A superconductive layer 2 formed by spirally winding a superconductive linear material on a former 1 as a core material, formed by a hollow metallic pipe made of aluminium alloy or the like to be used as a coolant path. This superconductive linear material is obtained by coating the ceramics superconductive material such as Y-Ba-Cu-O or the like by Ag or the like. A metallic pipe 3 such as a stainless tube or the like as a metallic layer is formed on the layer to obtain a superconductive conductor which can accept the short circuit current. This metallic layer can be formed by spirally winding a metallic tape. Further this metallic tape layers can be laminated through an insulating layer, or the superconductive layers and the metallic layers can be alternately laminated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-67663

(P2000-67663A)

(43)公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51)Int.Cl.

H 0 1 B 12/06

識別記号

Z A A

F I

H 0 1 B 12/06

テ-マ-ト(参考)

Z A A

5 G 3 2 1

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平10-235639

(22)出願日 平成10年8月21日(1998.8.21)

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 柴田 俊和

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(74)代理人 100070851

弁理士 青木 秀實 (外1名)

Fターム(参考) 5G321 A4D4 A4D5 A4D6 A4D7 CA32

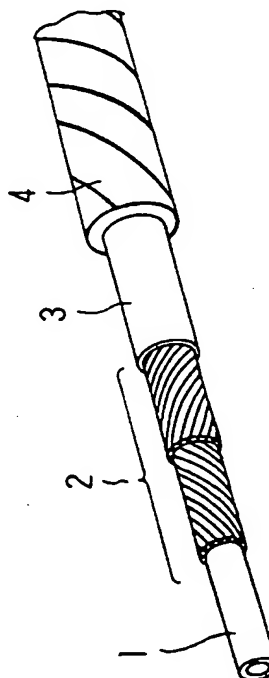
CA41 CA48 CB02

(54)【発明の名称】 超電導導体

(57)【要約】

【課題】 短絡電流の電路を確保できる超電導導体を提供する。

【解決手段】 超電導層2の外周に短絡電流を流すための金属層(金属パイプ3)を設ける。金属層は金属テープの巻回により構成してもよい。定格運転時は電流の大半は超電導層に流れ、短絡時には短絡電流は金属層を流れるため、短絡電流による発熱を抑制することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超電導層の外周に短絡電流を流すための金属層を具えることを特徴とする超電導体。

【請求項 2】 金属層がパイプにより構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の超電導体。

【請求項 3】 金属層が金属テープを巻回して構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の超電導体。

【請求項 4】 金属テープが積層して巻回され、各金属テープ層の間が絶縁されていることを特徴とする請求項 3 記載の超電導体。

【請求項 5】 超電導層と金属層とが交互に積層されていることを特徴とする請求項 1 記載の超電導体。

【請求項 6】 超電導層と金属層の各々は螺旋状に巻回して構成され、

隣接する超電導層と金属層とを 1 組とし、1 組内の超電導層と金属層とは巻回方向が同じで、

隣接する組同士は巻回方向が逆であることを特徴とする請求項 5 記載の超電導体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は超電導体に関するもので、特に短絡時に短絡電流の電路を確保できる超電導体の構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の超電導ケーブルの構造として特開平5-28847 号公報記載のものが知られている。これは冷媒流路となる芯材（フォーマ）の外周に超電導線材を螺旋状に複数層巻回したものである。通常、この超電導線材はセラミックス系超電導材料を金属（銀など）で被覆して形成されている。各層における超電導線材の巻回方向は交互に逆になっており、右巻き層と左巻き層の数はほぼ同数にされている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の超電導ケーブルでは短絡事故が発生した場合に短絡電流の電路が十分確保できないために短絡電流を許容できないという問題がある。超電導体は臨界電流以下では高い電流密度で通電が可能で、導体断面積は小さくされている。このような超電導体に短絡事故などで大電流（66 kV 系統で数 10 kA）が流れると臨界電流を超え、導体に抵抗が発生する。このとき、電流は安定化材である銀にも分流するが、導体断面積が小さいため導体抵抗が高く、かつ熱容量が小さいために温度上昇が大きくなる。また、過電流はフォーマにも分流するが、フォーマは導体の内側に位置するためインダクタンスが導体より大きくなり、分流する割合は小さい。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明は短絡電流の電路を確保できる超電導体を提供することを主目的とするもので、その特徴は、超電導層の外周に短絡電流を流す

ための金属層を具えることにある。

【0005】ここで、金属層は超電導層の外周に金属パイプをはめ込んだり、金属テープ（線）を巻回して構成することが挙げられる。金属層の材質としては銅やアルミが適切である。金属層を金属パイプとした場合、ニルゲートパイプとしてもよい。金属層を金属テープで構成した場合、積層して巻回される各金属テープ層の間を絶縁することが好ましい。この絶縁を行うには、エナメル、マイラー紙、カプトンテープなどの絶縁テープを金属テープの層間に挿入することが挙げられる。

【0006】また、超電導層と金属層とは交互に積層することが望ましい。その場合、超電導層は超電導線材を螺旋状に巻回し、金属層は金属テープを螺旋状に巻回して、隣接する超電導層と金属層とを 1 組としたとき、1 組内の超電導層と金属層とは巻回方向が同じで、隣接する組同士は巻回方向を逆にすることが好適である。

【0007】以上の構成により、定格運転時は電流の大半を超電導層に流して発熱ロスを極小化し、短絡事故時には電流を超電導層以外（主に金属層）に分流させて発熱を最小限にすることができる。

【0008】特に、積層して巻回される金属テープで金属層を構成し、各金属テープ層の間を絶縁すれば、短絡電流のパスを螺旋状として短絡電流用の導体のインダクタンスを大きくすると共に、金属テープ層間の渦電流パスを切断してロスをより小さくすることができる。

【0009】

【発明の実施の形態】（実施例 1）図 1 に本発明超電導体の概略図を示す。この超電導体は中心から順にフォーマ 1、超電導層 2、短絡電流用の金属パイプ 3、電気絶縁層 4 を具えている。

【0010】フォーマ 1 は液体窒素などの冷媒流路となる中空の金属管で、丸パイプ状のもの他、波付け加工されたパイプを用いることもできる。フォーマ 1 の材質としてはアルミニウム合金などが挙げられる。

【0011】超電導層 2 はこのフォーマ 1 の上に超電導線材を螺旋状に巻回して構成されている。本例では超電導線材を 2 層積層して巻回し、各層の巻回方向を逆にした。各層の巻回方向を逆にすることで、各層の超電導線材で発生する磁場は方向が逆になって相殺されるため、自己磁場によって超電導特性が低下すること抑制できる。ここで用いる超電導線材は、超電導材料を金属で被覆して線状に形成したもの等が適切である。この超電導材料としては Y-Ba-Cu-O 系、Bi-(Pb)-Sr-Ca-Cu-O 系、Tl-Ba-Ca-Cu-O 系などのセラミックス系材料が挙げられる。超電導材料を金属で被覆するには、金属製パイプ内に超電導材料を充填し、所定の断面積、断面形状に成形した後、所定の熱処理を施すこと等により製作する。超電導線材の被覆金属には、導電性に優れた材料、例えば Ag（合金）、Cu（合金）などが好適である。なお、超電導線材の積層数は特に限定されない。

【0012】この超電導層 2 の上に配置されている金属パイプ 3 が短絡電流の流路となる。すなわち、定格運転時は超電導層 2 に電流の大半が流れ、短絡事故時にはこの金属パイプ 3 に最も多く電流が流れるようにしている。

【0013】一般に、金属に電流を流すと表皮効果が生 *

	抵抗 R	インダクタンス L	インピーダンス
定格時	②<③<①	③<②<①	②<③<①
事故時	③<①<②	③<②<①	③<①, ②

【0014】インダクタンスは形状で決定されるのに対し、抵抗は超電導層 2 が超電導状態か常電導状態かによって大きく異なる。電流の各部への分流はインピーダンスにより決定される。従って、上記のような関係になれば、定格運転時は超電導層 2 に電流の大半が流れ、短絡事故時には金属パイプ 3 に最も多く電流が流れるようになる。

【0015】なお、電気絶縁層 4 はクラフト紙とポリプロピレンなどのポリオレフィン系樹脂を一体化したいわゆる PPLP 等を巻回したものが利用できる。

【0016】(実施例 2) 上記の実施例 1 でも短絡電流の流路を確保することができるが、「短絡電流/定格電流」の比率が大きな場合、金属パイプ 3 の断面積を大きくする必要がある。そのとき、抵抗 R だけでなくインダクタンス L も小さくなるため、インピーダンス $(\sqrt{(\omega L)^2 + R^2})$ が超電導層 2 より金属パイプ 3 の方が小さくなることもある。この場合、定格時においても短絡時と同様に電流が金属パイプ 3 に最も多く流れるため、金属パイプ 3 のジュール発熱が大きくなり好ましくない。

【0017】そこで、「短絡電流/定格電流」の比率が大きいときは、図 2 に示すように、前記金属パイプ 3 を金属テープ 5 に置き換えて構成する。すなわち、超電導層 2 の上に金属テープ 5 を螺旋状に巻回し、短絡電流の流路を直線状から螺旋状とする。これにより、金属テー *

	抵抗 R	インダクタンス L	インピーダンス
定格時	①<⑥	①>⑥	①<⑥
事故時	①>⑥	①>⑥	①>⑥

【0020】また、1 組内の超電導線材 1 と金属線 6 とは巻回方向を同じとし、隣接する組み同士は巻回方向は逆にすることで、超電導全体インダクタンス L を小さくすると共に、定格時および事故時のいずれも長手方向に発生する磁場を相殺することができる。これにより、超電導線材 2 の磁場による臨界電流の低下防止に有効である。

【0021】さらに、本構成においても超電導線材 2 と金属線 6 との層間に絶縁紙を挿入すれば、層間を流れる渦電流のパスを遮断でき、一層発熱ロスを低減できる。

【0022】なお、本例もフォーマ 1、超電導層 2、電気絶縁層 4 の構成は実施例 1 と同様である。

【0023】

* じ、導体の外側の方が内側と比較して電流密度が大きくなる。これは、円筒形状を考えると外側の方がインダクタンスが小さいためである。フォーマ ①、超電導層 ②、金属パイプ ③の各部の抵抗 R、インダクタンス L、インピーダンス $(\sqrt{(\omega L)^2 + R^2})$ は次のような関係になる。

10 ※ プ層のインダクタンスを大きくし、定格時のインピーダンスを超電導層 2 より大きくして、定格時の電流の大半を超電導層 2 に流すことができる。なお、フォーマ 1、超電導層 2、電気絶縁層 4 の構成は実施例 1 と同様なので説明を省略する。

【0018】金属テープ層の抵抗は巻回数により調整でき、インダクタンスは巻回方向によって調整ができる。なお、電流が流れることによって発生する磁場により金属テープ層に渦電流が発生する。この渦電流を低減するには、積層して巻回した金属テープの層間にマイラー紙などの絶縁テープを挿入することで層間の渦電流のパス遮断すればよい。

【0019】(実施例 3) さらに、上記実施例 1、2 とは別構成の超電導体の構造を図 3 に示す。この超電導体はフォーマ 1 の外周に超電導線材 2 と金属線 6 とを交互に螺旋状に巻回し、その上に電気絶縁層 4 を形成している。ここで、隣接する超電導線材 2 と金属線 6 とを 1 組としたとき、1 組内の超電導線材 2 と金属線 6 とは巻回方向が同じで、隣接する組み同士は巻回方向が逆になっている。このような構成により、各組における超電導線材 ① と金属線 ⑥ の抵抗 R、インダクタンス L、インピーダンス $(\sqrt{(\omega L)^2 + R^2})$ は次のようになるため、定格時には超電導線材 2 に、事故時には金属線 6 に電流を流すことができる。

【発明の効果】以上説明したように、本発明超電導体によれば、超電導層に金属層を複合することで、定格運転時は電流の大半を超電導層に流し、短絡事故時は短絡電流の大半を金属層に流すことができ、短絡電流を許容することができる。

【0024】ここで、金属層を金属テープの巻回により構成すると、金属層のインダクタンスを大きくし、定格時の金属層のインピーダンスを超電導層のそれよりも大きくすることができ、定格時の電流の大半を確実に超電導層に流すことができる。

【0025】また、金属テープの層間に絶縁テープを挿入することで、各金属テープ層間の渦電流のパスを遮断し、発熱を低減することができる。

5

【0026】さらに、超電導線材と金属線（テープ）を交互に螺旋状に巻回し、隣接する超電導層と金属層とを1組としたとき、1組内の超電導層と金属層とは巻回方向が同じで、隣接する組同士は巻回方向を逆にすることで、自己の磁場を相殺することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】金属パイプを用いた本発明超電導導体の説明図である。

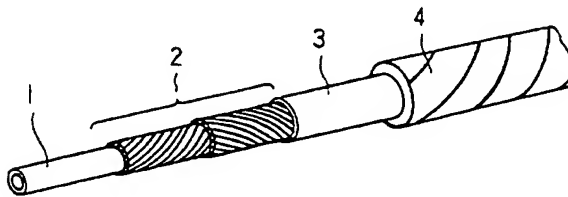
【図2】金属テープを用いた本発明超電導導体の説明図である。

【図3】超電導線材と金属線とを交互に巻回した本発明超電導導体の説明図である。

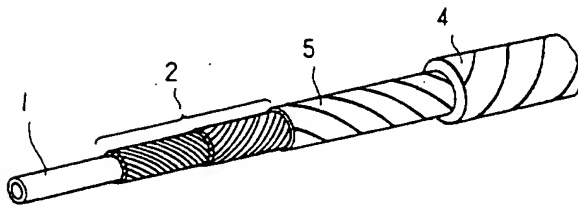
【符号の説明】

- 1 芯材
- 2 超電導層（線材）
- 3 ステンレステープ
- 4 溝
- 5 光ファイバ
- 6 電気絶縁被覆

【図1】



【図2】



【図3】

